FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

ANNÉE 1937 N° 15

THÈSE

présentée pour le Doctorat en médecine

par

KLEIN MARC-RICHARD

Ancien interne des Hôpitaux de Strasbourg

né le 17 Février 1908 à Schiltigheim (Bas-Rhin)

Étude Physiologique des Réflexes Tendineux

basée sur les documents classiques et sur des documents personnels

Président : **M. J.-A. BARRÉ,** *Professeur*

LES ÉDITIONS UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG

1A, Place de l'Université — Quai du Maire Diétrich, 1

STRASBOURG

R. C. Strasbourg 3677

FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

ANNÉE 1937 N° 15

THÈSE

présentée pour le Doctorat en médecine

par

KLEIN MARC-RICHARD

Ancien interne des Hôpitaux de Strasbourg

né le 17 Février 1908 à Schiltigheim (Bas-Rhin)

Étude Physiologique des Réflexes Tendineux

basée sur les documents classiques et sur des documents personnels

Président : **M. J.-A. BARRÉ,** *Professeur*

LES ÉDITIONS UNIVERSITAIRES DE STRASBOURG

1A, Place de l'Université — Quai du Maire Diétrich, 1

STRASBOURG

R. C. Strasbourg 3677

FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

Doyen	MM. FORSTER ✲ ⚜ I.
Assesseur	WEILL ✲ ⚜ I.

Professeurs :

Embryologie	MM. ANCEL ✲ ⚜ I.
Anatomie	FORSTER ✲ ⚜ I.
Histologie	BOUIN O. ✲ ⚜ I.
Physiologie	SCHAEFFER ⚜ I.
Physique biologique	VLES ✲ ⚜ I.
Chimie biologique	NICLOUX O. ✲ ⚜ I.
Anatomie pathologique	MASSON ✲ ⚜ I.
Pharmacologie, Médecine expérimentale	SCHWARTZ ⚜ I.
Hygiène, Bactériologie	N...
Médecine légale	CHAVIGNY C. ✲ ⚜ I.
Clinique médicale	MERKLEN ✲ ⚜ I. AMBARD ✲ ⚜ I.
Clinique chirurgicale	LERICHE O. ✲ ⚜ I. STOLZ ✲ ⚜ I.
Clinique ophtalmologique	WEILL ✲ ⚜ I.
Clinique dermatologique	PAUTRIER O. ✲ ⚜ I.
Clinique psychiatrique	PFERSDORFF ✲ ⚜ I.
Clinique neurologique	BARRE ✲ ⚜ I.
Clinique gynécologique et accouchements	REEB ⚜ I.
Clinique infantile	ROHMER ✲ ⚜ I.
Clinique oto-rhino-laryngologique	CANUYT ✲ ⚜ I.
Hydrologie thérapeutique et Climatologie	N...

Professeurs sans chaire :

MM. ARON Max. ⚜ I. — M. GERY ⚜ I.
BELLOCQ ⚜ I.

Chargés de cours et Agrégés :

MM. BENOIT ⚜ A.	MM. LAROUSSE ⚜ A.
FONTAINE ⚜ A.	LE GUYON
GELMA ⚜ I.	REISS
GUNSETT O. ✲ ⚜ I.	SIMONIN ✲ ⚜ A.
HANNS ✲ ⚜ I.	THIVOLLE
HUMBERT ✲ ⚜ A.	VAUCHER ✲ ⚜ I.
KAYSER ⚜ A.	WAITZ
KELLER ⚜ I.	WEISS A. ✲ ⚜ A.
KREISS ⚜ A.	WOLF ⚜ A.

Agrégé libre : M. SIMON ✲ ⚜ A.

Directeur de la Clinique dentaire : M. ROMEY O. ✲ ⚜ A.

Chargés d'un cours complémentaire : MM. MEYER M. ⚜ A., RŒDERER

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes chers condisciples, je promets et je jure au nom de l'Etre suprême d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis resté fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548005_0051

A MES PARENTS

AUX MIENS

A MADEMOISELLE LE DOCTEUR
JEANNE HELLE

En témoignage de profonde amitié et d'affectueuse reconnaissance.

A MES AMIS DE LA CLINIQUE NEUROLOGIQUE

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR J.-A. BARRÉ
Professeur de Clinique Neurologique
à la Faculté de Médecine de Strasbourg

Faible témoignage de notre gratitude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MERKLEN

Qui fut pendant notre année d'internat à la clinique médicale A, un vrai Maître dans toute l'acception du terme.

Nous avons su apprécier la valeur de son enseignement et de sa cordiale simplicité vis-à-vis de ses élèves.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre gratitude et de notre profond attachement.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ WAITZ

Toujours si bienveillant à notre égard et dont l'esprit de recherche est resté pour nous un exemple.

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE STRASBOURG

AU DOCTEUR CLOVIS VINCENT
Médecin des Hôpitaux
Directeur du Service de Neuro-Chirurgie
à l'Hôpital de la Pitié
Membre de l'Académie de Chirurgie

En témoignage de respectueuse reconnaissance.

INTRODUCTION

Le terme « réflexe » ne désignait primitivement qu'une série limitée de phénomènes obtenus par percussion tendineuse ou par excitation cutanée. Il a pris depuis quelques années une extension telle qu'il englobe actuellement les réactions les plus diverses obtenues par une infinité d'excitants. La loi fondamentale qui régit ces réactions est la même : l'on obtient toujours une même réponse pour un stimulus donné, mais la nature des excitations et des réponses, les organes que l'on excite et ceux qui réagissent, le mécanisme de transmission de l'influx nerveux, le centre qui est à l'origine de l'impulsion efférente, sont infiniment variés.

Dans cette étude, nous éliminerons les réflexes conditionnels, les réflexes de la vie végétative, les réflexes de posture ; nous laisserons également de côté les réflexes du cou, les réflexes labyrinthiques, et nous ne montrerons qu'en passant l'influence qu'ils peuvent avoir sur les réflexes que nous étudierons. Nous verrons en effet que chez l'homme on peut difficilement les séparer entièrement, car ils sont susceptibles de modifier la forme des réflexes simples ou réflexes acquis, dont nous allons entreprendre l'étude.

Ce groupe comporte tous les réflexes qu'utilise la séméiologie nerveuse, et intéresse plus spécialement le clinicien.

Nous aurons comme préoccupation constante de nous tenir au plus près de la physiologie humaine et de choisir dans les expériences faites sur l'animal celles qui permettront le mieux de faire ce rapprochement. Dans beaucoup de cas, cette confrontation est très difficile, voire impossible, parce que la disposition de certaines voies nerveuses, la marche à quatre pattes, créent des réflexes qui n'existent pas, ou se font tout différemment chez l'homme. D'autre part, un animal d'expérience subit très souvent une préparation spéciale, et les conclusions qu'on tire n'ont plus de valeur que pour l'espèce animale considérée, et même que pour l'animal préparé de la sorte. Ce fait est d'une importance capitale et nous l'aurons toujours à l'esprit en interprétant les expériences faites par le physiologiste.

La généralisation à priori des résultats pourrait aboutir à des conclusions parfaitement inexactes.

Nous donnerons une revue d'ensemble purement physiologique sur la question des réflexes et sur les travaux récents qui s'y rapportent. Nous montrerons la valeur des phénomènes de sommation, de temps de latence dans les périodes réfractaires, et de la fatigue, qui donnent aux réflexes leur caractère spécial et en font un élément bien individualisé en physiologie nerveuse.

L'inhibition réflexe nous retiendra longuement; nous montrerons quelques graphiques personnels obtenus, soit par l'enregistrement direct, soit par l'inscription photographique des courants d'action.

Nous terminerons par des conclusions concernant la conception actuelle de la physiologie normale des réflexes tendineux.

Plusieurs mécanismes qui paraissaient, il y a quelques temps encore, entièrement hors de cause, se montrent avoir un influence sur la forme, l'amplitude, voire l'existence même des réflexes tendineux; ceci rend le problème

encore plus complexe. Dès que nous les séparons de ces influences, nous sortons du vrai, nous créons une physiologie qui n'existe pas chez l'homme normal et que la pathologie ne réalise jamais assez purement. (1)

Nous sommes heureux de pouvoir ici remercier le professeur Barré à l'école duquel nous avons acquis toute notre éducation neurologique; école de rigueur scientifique, d'observation sans idées préconçues et où le mot d'ordre est toujours : « Laisser parler les faits, puis essayer de les comprendre ».

Dans ce modeste travail, nous aurions voulu qu'apparaissent plus nettement ce sens critique affiné, cette curiosité inlassable, ce don de l'interprétation des phénomènes dont il nous a donné l'exemple et qu'il a voulu nous communiquer.

Il n'a pas été seulement pour nous le Maître dont le jugement affectueux et éclairé n'a cessé de nous guider, mais soucieux de notre avenir, il nous a permis de donner à nos études l'orientation que nous désirions.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nous ne pouvons séparer dans notre reconnaissance le docteur Clovis Vincent du professeur Barré. Il nous a reçu dans son service avec une cordialité et une confiance immédiates qui nous ont beaucoup touché et où nous avons retrouvé le caractère de leur amitié réciproque.

Puissions-nous dans l'avenir leur apporter tout ce qu'ils sont en droit d'attendre de nous.

---

(1) Nous aurions voulu complèter ce travail par l'étude physio-pathologique de l'inversion des réflexes tendineux. Celle-ci fera l'objet d'une prochaine publication.

Chapitre I

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES RÉFLEXES TENDINEUX

Leurs lois — Inhibition — Conditions de leur abolition.

Le premier travail sur la physiologie des réflexes est dû à Erb et fut publié en 1875; il fut bientôt suivi par les expériences de Schultze et Furbringer, puis par celles de Sternberg.

Depuis, de très nombreux travaux d'ordre clinique et physiologique sont venus s'y adjoindre, et ont doté la question des réflexes d'une littérature très riche. La question est loin d'être épuisée et la découverte des courants d'action, leurs nouvelles méthodes d'enregistrement ont donné un nouvel intérêt à leur étude.

Tout exposé sur les réflexes devrait commencer par l'analyse d'un arc réflexe simple comprenant une fibre sensitive, une articulation, et une fibre motrice. Or les réflexes les plus simples que nous connaissions chez l'homme, le réflexe pupillaire, le rotulien, sont, comme nous le verrons plus loin, très complexes dans leurs manifestations et leurs connexions. Quelques physiolo-

gistes, entre autres Adrian, ont cependant réussi, par des préparations, à réduire au nombre de trois les fibres sensitives et motrices d'un groupe réflexogène sous contrôle microscopique. Ils lancent le stimulus dans cette préparation en réalisant une traction sur les fuseaux de Sherrington, et enregistrent les courants d'action du nerf moteur à l'aide d'un appareil amplificateur à lampes. Le courant obtenu par cette excitation sensitive unique et continue est, non pas une oscillation électrique isolée, mais une série de décharges discontinues dont la fréquence, faible au début (environ 10 par seconde) augmente, passe par un maximum, puis décroit et retombe à zéro.

Cette fréquence elle-même n'est pas fixe, et de nombreux facteurs peuvent la faire varier. Dans des conditions d'expérience égales elle est différente pour chaque nerf et peut ainsi passer de 16 à 40 et plus; l'intensité croissante du stimulus augmente leur fréquence. Adrian le démontre en suspendant à sa préparation des poids de 1 à 4 grammes. Il suffit de compter sur le film le nombre de décharges pour voir qu'elles peuvent augmenter du simple au double.

On ne retrouve pas chez l'animal, et moins encore chez l'homme, un arc réflexe aussi simple répondant à celui-ci. Il n'est qu'une réalisation schématique ou un artifice de préparation. Tous les réflexes que nous pouvons étudier ont des connexions afférentes et éfférentes complexes à tous les étages du névraxe; nous retrouvons cependant chez eux quelques-unes des propriétés que nous venons d'énoncer.

Nous avons l'habitude de dire « réflexe simple » et désignons par ce qualificatif indifféremment un réflexe tendineux ou un réflexe cutané. Or il n'y a pas de réflexe simple ou du moins il n'en existe pas chez l'homme normal; nous pouvons dans certains cas assister à ce que

Minkowski appelle la dégradation, c'est-à-dire une réduction progressive et un retour vers un état embryonnaire, dans certaines affections de la moelle; mais là aussi nous ne sommes pas sûrs de n'avoir encore des connexions complexes ou des phénomènes d'irritation par les lésions. Une analyse fine de l'arc reflexe est donc très difficile à réaliser et ne peut jamais être à l'abri de toute critique.

Hoffmann en 1922 distingue deux grandes catégories de réflexes, les « Eigenreflexe » et les « Fremdreflexe ». Le premier groupe comprend les réflexes dont les fibres centripètes sont anatomiquement très voisines des fibres centrifuges; dans le second il fait entrer tous les réflexes cutanés qui, contrairement à ce que l'on pourrait penser à première vue, sont bien plus complexes et ont des voies sensitives souvent très éloignées des voies motrices.

On a essayé d'énoncer des lois qu'on a appelées loi des réflexes simples : ainsi les lois de Pfluger ont été longtemps admises mais se sont montrées en partie inexactes. Elles sont basées sur des expériences faites sur le lapin, mais la marche de cet animal le prédispose à des réflexes qui ne se retrouvent pas chez les animaux à marche diagonale ou chez l'homme. Les expériences de Sherrington sont démonstratives à ce sujet.

Ces lois sont appelées : lois de l'unilatéralité, de symétrie, d'irradiation, et selon elles un réflexe se fait du côté opposé à un groupe musculaire symétrique, et se propage enfin d'arrière en avant, à mesure que l'excitation devient plus intense. Sherrington a montré au contraire que le réflexe se fait souvent d'un côté à l'autre, que le groupe musculaire mis en action est plus souvent celui qui réalise le mouvement inverse du premier (donc pas de symétrie), et que la propagation est plus facile du bulbe vers l'extrémité caudale.

Les réflexes ont une série de propriétés, bien mises en lumière par les travaux modernes, elles leur conférent

leur caractère si spécial et font ce que Sherrington appelle « une unité fonctionnelle d'intégration nerveuse », un élément sur la base duquel est édifiée toute la physiologie du système nerveux. La conduction nerveuse se fait dans une fibre exactement comme se fait dans un fil métallique le passage d'un courant électrique. La fibre conduit dans les deux sens, en amont et en aval du point excité. Dans l'arc réflexe au contraire (nous employons ce terme pour simplifier l'exposé, nous verrons plus loin les restrictions qu'il faut faire) l'excitation ne peut passer que dans un sens bien déterminé; d'autre part, seule l'excitation de la fibre nerveuse afférente est bien capable de provoquer un réflexe, de faire naitre une variation négative dans la moelle.

Il semble que la propriété primordiale d'une synapse est de ne laisser passer le courant que dans un sens donné.

Une percussion du tendon du quadriceps n'est pas suivie immédiatement d'une contraction; si nous mesurons le temps qui s'écoule entre l'excitation et le début de la réponse musculaire, nous trouvons un certain retard, une période de latence qui est très supérieure à la somme des périodes de latence constatées dans les fibres nerveuses afférentes et efférentes. Tout se passe comme si la synapse retardait le passage de l'influx. Ce temps de latence est loin d'être fixe comme on le croyait tout d'abord; il varie en effet avec chaque réflexe (en admettant que toutes les autres conditions, en particulier la force de l'excitation, soient identiques). D'après Pieron il est de 40 millièmes de seconde pour le réflexe rotulien et 70 millièmes pour le cutané-plantaire.

Sherrington donne les chiffres suivants :

40 sigma pour le rotulien
48 — — l'achilléen
170 — — le crémastérien
190 — — le plantaire

Nous retrouvons à nouveau ici l'opposition qui existe entre les réflexes tendineux et cutanés. Le temps de latence des derniers est plus de 4 fois supérieur à celui des premiers. Des travaux plus récents donnent d'autres chiffres : Golla et Hettwer donnent comme temps moyen 2 à 6 millièmes de seconde, Lévy, Altenburger confirment ces chiffres. Cette opposition n'est qu'apparente et nous montrerons dans nos recherches personnelles tout l'intérêt qu'on peut en tirer. En effet, les chiffres élevés sont lus sur le tracé du myogramme, tandis que les autres sont obtenus par enregistrement à l'électro-myogramme, il existe donc un décalage entre l'apparition du courant d'action et la contraction du muscle, ou l'excursion du segment de membre. Nous reviendrons sur cette différence quand nous opposerons des tracés de myogramme à des tracés électriques.

Des percussions d'intensité différente peuvent changer la valeur du temps de latence; les figures 7 à 10 donnent des tracés obtenus après percussion faible, moyenne et forte. Le temps de latence varie de 2 millièmes de seconde pour la percussion forte à un centième pour la percussion faible, il est donc de 5 fois supérieur. Il reste cependant inférieur au chiffre donné par les myogrammes.

L'excitation du centre réflexe présente un seuil car nous pouvons produire des excitations efférentes telles qu'elles ne donnent aucune réponse motrice. Dès que ce seuil est dépassé, la réponse suit la progression croissante que nous avons vue plus haut dans l'expérience d'Adrian. Quand celle-ci est terminée le système réflexe passe par une phase pendant laquelle il ne peut réaliser toute son amplitude; on a pu établir que pendant une période très courte de 2 millièmes de seconde il existe une période réfractaire absolue où aucune excitation n'est transmise;

elle est suivie d'une période réfractaire relative où des stimuli très forts peuvent se frayer un passage.

Les chiffres varient un peu suivant les auteurs. Golla rapporte l'expérience suivante : une percussion donne une réponse motrice, une nouvelle percussion ne donne rien si elle tombe à moins de 200 sigma après la première; on peut réduire ce temps en augmentant la force de percussion : si on augmente la première percussion, rien ne varie, et la période réfractaire reste la même; si on augmente trois fois la seconde, la période réfractaire est réduite à 140 sigma; si on triple la valeur des deux, elle reste au même chiffre de 140.

Quand on utilise les percussions répétées dont la fréquence est de 20 par seconde, on peut réduire la période réfractaire; si on augmente leur nombre de 50, par exemple, certaines ne seront pas suivies de contractions et seront perdues. Il faut que l'intervalle qui sépare deux stimuli soit au minimum de 50 sigma. C'est là un mécanisme très comparable à celui déjà connu de la contraction cardiaque. Le phénomène est illustré par le réflexe de grattage : il consiste en mouvements alternatifs de flexion et d'extension au nombre de 4 par seconde, quel que soit le nombre des excitations. L'expérience plus ancienne de Broca et Richet donne par excitation de la zône corticale motrice 12 contractions par seconde, et celle de la moelle de lapin de 20 contractions pour un nombre double de stimuli. Certains tombent dans la phase réfractaire et ne donnent pas de décharge motrice.

Franck et Pitres excitent la zône corticale par 45 stimuli par seconde, et obtiennent un tétanos musculaire; s'ils augmentent le nombre, le rythme de contraction diminue et atteint bientôt un rythme propre qui reste invariable.

L'enregistrement des courants d'action apparaissant dans un muscle à la suite d'une excitation corticale par

un nombre variable de chocs d'induction, a permis de faire des constatations non moins intéressantes. Plusieurs auteurs ont remarqué que la fréquence des oscillations négatives du muscle est sans aucun rapport sur le nombre des stimuli; tout se passe comme si le système nerveux substituait au rythme des excitations un rythme qui lui est propre, et qu'il ne peut être influencé ni par le nombre, ni par l'intensité des chocs électriques portés à une partie quelconque des centres.

Horsley et Schaefer trouvent sur tous leurs graphiques pris dans ces conditions un rythme de dix ondulations diphasiques. P. Hoffmann, par contre, a observé un rythme de 50 oscillations pour un nombre très élevé d'excitations.

Cooper et Brown expérimentent sur le singe, ils excitent la zône motrice par un nombre élevé de stimuli électriques qu'ils maintiennent constant. L'enregistrement des ondes négatives des muscles leur donne des chiffres variant entre 18 et 60.

Dans des recherches plus récentes Wachholder admet l'existence de 2 rythmes qui se superposent mais qu'il peut toujours identifier, l'un à 10, l'autre à 50. Sans entrer plus avant dans la discussion que de nouvelles recherches pourront seules éclaircir, nous pouvons tirer de ces expériences la notion que le système nerveux central a un rythme propre, indépendant du nombre des excitations afférentes, et que nous pouvons le retrouver dans les manifestations du phénomène réflexe. Notons qu'il n'est pas indifférent d'obtenir des réponses motrices par choc d'induction ou par percussion à la périphérie. Les chiffres de Golla sont, pour cette raison, plus près de ceux que nous pouvons obtenir dans nos recherches cliniques.

Un réflexe quelconque peut toujours être déclanché par une série de chocs d'induction, mais sa véritable

nature et ses propriétés doivent être recherchées par le stimulus qui lui est propre. Nous savons en effet que le mode d'excitation n'est pas indifférent, et que certains réflexes ne peuvent être obtenus que par percussion, d'autres par une excitation cutanée, un troisième groupe enfin par des excitations proprioceptives, comprenant l'allongement et le raccourcissement d'un muscle, donc des excitations partant du muscle, du tendon de l'articulation.

La différenciation est plus fine encore quand nous nous adressons à l'animal : une piqûre, un pincement de la patte donnent un réflexe de flexion, tandis qu'une pression ou un frottement ne peuvent pas les déclancher. Mais cette dernière excitation est nécessaire pour avoir le choc des extenseurs et le réflexe de grattage. La force de l'excitation et le lieu où on l'applique ne sont pas négligeables, Kayser a montré que si on augmente progressivement l'intensité de l'excitation on s'aperçoit que la réponse motrice croît par sursauts. On a pu établir qu'à chaque palier 150 fibres musculaires se contractaient ensemble et venaient ainsi renforcer le mouvement; on appelle cet ensemble de 150 fibres une unité motrice.

Prenons un muscle qui ait 30.000 fibres, donc 200 unités motrices. Pour chaque intensité de l'excitant, nous trouvons un chiffre correspondant de la force de contraction que nous pouvons également traduire en unités. Si nous prenons un courant d'une intensité fixe, et si nous avons une contraction du muscle à 200 unités en l'excitant à travers un nerf sensitif A nous aurons une forme de contraction différente en l'excitant par une fibre sensitive B. Le muscle ne donnera, par exemple, plus que 120 unités motrices.

Le lieu d'excitation a donc une influence sur la réponse réflexe à l'intérieur même d'une zône réflexogène.

Que se passe-t-il quand un système réflexe est soumis à des excitations faibles ? Nous avons vu qu'une excitation unique sous-liminaire ne produisait aucune décharge motrice. Si nous répétons la même excitation dans un intervalle convenable, la seconde devient liminaire et provoque un influx dans le neurone moteur éfférent.

Cette sommation du réflexe est d'autant plus intense que le stimulus est plus bref, et que le mouvement réflexe attendu se fait dans un tissu à plus grande chronaxie. Les stimulations électriques ne sont pas transmises par le nerf sensitif sous forme de courant électrique, mais bien de courants d'action, et ce sont ces ondes de négativité qui somment le passage à travers le centre. Cette onde est maximale dans le nerf puisqu'elle obéit à la loi du « tout ou rien ». Le centre ne semble réagir que lorsqu'une quantité suffisante de ces ondes l'a atteint, et le phénomène se déclanche d'autant plus facilement que ces ondes sont courtes. Ces faits nous permettent d'admettre qu'il y a dans le centre un neurone intermédiaire à grande chronaxie. Entre deux fibres isochrones (la fibre afférente et le nerf moteur) s'intercalerait donc un neurone hétérochrone, dont la chronaxie est toujours très supérieure aux premières, présiderait à toutes les manifestations du réflexe, retiendrait une onde, ou conduirait des stimuli venant de fibres différentes vers un même neurone moteur (On suppose en effet que l'une des synapses du neurone intercalaire s'articule avec une fibre motrice et l'autre avec de nombreuses fibres sensitives). On peut démontrer le phénomène de sommation en utilisant pour les deux stimuli sous- liminaires, deux nerfs sensitifs différents à condition qu'ils ne soient pas trop éloignés l'un de l'autre.

Les réflexes que nous connaissons en clinique sont la plupart des réflexes à stimulus proprioceptif. Le réflexe rotulien par exemple ne peut se voir que si nous percu-

tons le tendon au-dessus et au-dessous de la rotule; l'excitation est donnée par la distension brusque du muscle, il suffit d'un allongement de 6 mm. du muscle droit antérieur pour avoir une contraction réflexe.

Le réflexe achilléen, ou pour mieux dire, la contraction réflexe des muscles postérieurs de la jambe a deux voies : 1° une voie courte : le réflexe proprioceptif par percussion du tendon d'Achille (il fait partie du groupe des « Eigenrefle ») et 2° une voie plus longue : par percussion du calcaneum (donc Frendreflexe à cause de l'excitation sensitive qui le déclanche). C'est le réflexe rétromalléolaire décrit par M. Barré en 1912. Une lésion minime du centre ou des fibres périphériques afférentes devront donc l'abolir plus précocement que le réflexe achilléen; la voie qui conduit l'excitation au centre réflexe est plus longue, son articulation avec la voie éfférente moins fournie que celle du réflexe proprio-ceptif. La réponse motrice sera moins intense, et nous trouverons en unité motrice la moitié ou le quart de celles obtenues par percussion de l'achilléen. C'est donc un réflexe d'une part plus complet à cause du trajet qu'il accomplit, et d'autre part plus fragile; par conséquent il a pour le clinicien qui cherche une diminution de réponse réflexe, une valeur indicatrice plus grande à cause de sa fragilité même. Il peut être le premier indice d'une souffrance du centre, et nous avons pu observer de nombreux faits cliniques qui le confirment.

Nous venons de voir qu'un même stimulus donne une contraction toujours la même. Si nous continuons pendant quelques temps à provoquer un réflexe, nous verrons la réponse motrice devenir progressivement moins intense puis disparaître complètement : c'est le phénomène de la fatigue du centre. Elle n'existe que pour un arc réflexe donné, car si nous employons pour la provoquer une autre racine sensitive, le réflexe reparait dans

toute son ampleur. Ce fait s'oppose à l'infatigabilité du nerf et peut s'expliquer par les phénomènes nutritifs intenses qui se passent dans le centre. Le besoin d'oxygène est très grand alors qu'un nerf peut fonctionner presque indéfiniment quand on le prive d'oxygène.

Un ralentissement circulatoire du centre réflexe le rend inapte au fonctionnement; la pathologie nous donne de nombreux exemples de ces affections fonctionnelles, où une diminution de la nutrition de la moelle engendre des troubles graves. D'autres fois ils sont plus légers et se traduisent par la fatigabilité rapide, une sorte de claudication intermittente qui peut disparaitre complètement sans laisser de traces, lorsque la circulation se rétablit. Un réflexe qui s'épuise rapidement est un signe certain de fatigabilité du centre réflexe et l'indice d'une déficience circulatoire alarmante. Nous avons pu en voir plusieurs exemples à la Clinique Neurologique. Ajoutons que cette fatigue est très variable d'un réflexe à l'autre : normalement le réflexe rotulien p. ex. est pratiquement infatigable et peut être excité 200 fois par seconde sans que son amplitude diminue. Les réflexes cutanés au contraire s'épuisent facilement.

Nous avons considéré le réflexe jusqu'à présent comme un phénomène simple en nous rapprochant autant que possible du schéma de l'arc réflexe. Si nous faisons de quelque réflexe que ce soit une analyse plus fine et plus poussée, si nous l'examinons non plus en phénomène isolé mais chez un sujet normal nous nous trouvons devant une complexité de phénomènes qui est très loin de ce que nous venons de voir. Si un réflexe cornéen ou un réflexe photo-moteur nous paraissent être des arcs simples, un réflexe rotulien que nous pouvons mieux objectiver se complique du fait qu'il met en jeu plusieurs groupes musculaires, qu'il fait jouer une articulation, et que ce mouvement doit logiquement entraîner de nou-

velles réactions dans le groupe antagoniste qui se trouve allongé. A première vue, le mouvement devrait ne pas pouvoir se faire, puisqu'un allongement de quelques millimètres entraîne une contraction réflexe myotatique d'un muscle. La percussion du tendon rotulien déclancherait une contraction du quadriceps, qui amènerait une ébauche d'extension de la jambe, immédiatement bridée par la contraction des fléchisseurs. Le résultat serait un raidissement de l'articulation. Or, nous voyons que les choses ne se passent pas ainsi, mais qu'au contraire la jambe fait un grand mouvement d'extension. Il faut admettre un relâchement des fléchisseurs, l'intervention d'un phénomène d'inhibition.

Ce phénomène entrevu par Brown-Séquard et étudié par Sitskenow (1863) a été dans la suite l'objet de nombreuses expériences qui se sont trop souvent fondées sur des phénomènes réactionnels de la fibre lisse. Nous savons l'importance que peuvent avoir sur les tissus à haute chronaxie les excitations par sommation. On a trop souvent attribué à l'inhibition ce qui n'était qu'une excitation par stimuli sous-liminaires. Il faut bien se garder, d'autre part, de dire inhibition chaque fois qu'il y a arrêt de fonctionnement d'un organe quand un autre, souvent plus fort, entre en fonction. Le mot « inhibition » implique que le phénomène négatif est dû à l'intervention d'une force d'empêchement.

Nous devons à Sherrington toutes nos connaissances sur l'inhibition. Les expériences sont faites sur des chiens et des singes décérébrés, c'est-à-dire en état d'hypertonie musculaire des extenseurs avec relâchement des fléchisseurs. La réalisation de cette « constellation » est particulièrement favorable à la démonstration qu'il recherche. Sur le singe ainsi décérébré, il excite la peau du pied d'un côté. Il observe une contraction du crural du côté opposé; si pendant cette contraction il excite la peau

du pied du même côté, la tension du muscle retombe brusquement puis remonte dès qu'on arrête cette deuxième excitation.

Une autre expérience consiste à exciter le gastrocnémien d'une grenouille par électrisation de la 9^{e} racine, puis tout en la continuant, à lancer une excitation à traxers la 8^{e}; à chacun des derniers stimuli correspond un relâchement du muscle.

Une expérience semblable peut être faite sur le singe, en excitant simultanément deux nerfs sensitifs symétriques.

La contraction du muscle antérieur de la cuisse du singe, obtenue par excitation rythmée, paraît brusquement lorsqu'on excite le bout central du sciatique.

Si on relie à des stylets inscripteurs des muscles qui vont à un même levier osseux, mais dont l'action est opposée, on observe après déclenchement du réflexe de flexion par exemple . une contraction des fléchisseurs et une diminution du tonus des extenseurs. Nous savons que ces muscles sont en hypertonie, ainsi l'expérience inverse ne peut-elle être faite à cause du relâchement complet des fléchisseurs, et demande-t-elle une excitation préalable de ceux-ci. On lance ensuite le réflexe d'extension et on voit un relâchement des fléchisseurs. A la fin de la contraction réflexe du groupe agoniste, l'antagoniste entre en contraction par la création spontanée d'un véritable réflexe opposé appelé « rebound ». Ce renversement se fait habituellement à la fin de la première contraction, mais peut se faire au milieu, ou même dans la première moitié de la contraction. Le phénomène se voit plus facilement si le premier réflexe se manifeste par une flexion. La contraction « rebound » peut devenir à son tour un stimulus pour une autre contraction, et l'on passe ainsi à un mouvement rythmé.

Sherrington déduit de ses expériences que l'excita-

tion réflexe donne un influx positif dans le groupe musculaire agoniste, et une action négative dans le groupe antagoniste. Les signes se renversent après la fin de la contraction agoniste ou empiètent plus ou moins sur elle.

Ces phénomènes ont suscité des interprétations très différentes : O. Forster estime que la contraction qu'on observe dans les antagonistes est dûe à l'allongement des muscles; il y aurait création d'un réflexe myotatique qui a pour effet de couper court à la finale du mouvement.

Héring, Wachholder et Altenburger font des recherches sur le mouvement volontaire chez l'homme, en enregistrant les courants d'action. Ils emploient deux appareils à cordes et relèvent en même temps les courants des agonistes et antagonistes. Ils constatent ainsi qu'au moment même où les agonistes se contractent pour faire un mouvement simple et unique qui ne demande aucun effort, tous les courants d'action préexistants dans l'antagoniste disparaissent. Lorsque le mouvement est fait rapidement, les ondes négatives apparaissent dans le groupe antagoniste 1/100^{e} de seconde après le départ du mouvement. Ils excluent toute idée de contraction réflexe, celle-ci mettant plus de temps à apparaître. Lorsque le sujet en expérience fait une série rapide de mouvements alternatifs, les courants d'action sont très précoces dans les groupes antagonistes, et peuvent empiéter, et même devancer le départ du mouvement agoniste.

Nous pouvons sur nous-mêmes faire une expérience fort simple : en essayant de faire aussi vite qu'il nous est possible des mouvements alternatifs de flexion et d'extension, nous arrivons à une diminution de l'amplitude, puis nous entrons dans un véritable état de contracture.

Hoffmann soutient les conclusions de Sherrington et les étend à l'homme; il se base sur l'expérience qui consiste à faire exécuter un mouvement volontaire à un

sujet, et à essayer pendant ce temps de déclencher un réflexe dans le groupe antagoniste. Il montre que jamais on n'a de réflexe; il en conclut que le groupe antagoniste est dans un état d'inhibition qui rend impossible le déclenchement d'un réflexe proprio-ceptif. Le centre est donc inaccessible.

Il fait l'expérience inverse : reliant les deux groupes musculaires d'un membre à deux appareils enregistreurs à courant d'action, et demandant au sujet en expérience de contracter à la fois tous ses muscles en fixant l'articulation, il déclenche alors par excitation électrique un réflexe dans un des groupes, et voit à ce moment, sur le film, que dans le groupe musculaire qui est agoniste du réflexe, les courants d'action, dûs à la contraction volontaire, sont interrompus et remplacés par l'onde biphasique du réflexe, tandis que dans le groupe antagoniste, rien ne s'est produit, et que le groupement des ondes volontaires est ininterrompu.

Ces expériences semblent mettre définitivement en doute l'existence d'une contraction des muscles antagonistes.

Des recherches plus récentes de Wachholder ont pu montrer le contraire, et donner la raison qui opposait en deux camps les auteurs soutenant l'idée d'une inhibition totale, et ceux ne l'admettant pas. Il a vu que, lorsqu'on déclenche un réflexe par excitation électrique, comme le font beaucoup d'expérimentateurs, on n'obtient jamais de courant d'action dans le groupe antagoniste, et que tout se localise dans les muscles agonistes du mouvement réflexe.

Par contre, la percussion du tendon, ou l'excitation cutanée selon le cas, en ont produit presque toujours. Le courant électrique ne donne de contractions des antagonistes que chez les sujets à réflexes normalement très vifs, ou dans des cas pathologiques, tandis que la percus-

sion seule des tendons de très nombreux sujets, aux réflexes normaux et d'amplitude moyenne, peuvent en présenter. Ces ondes biphasiques de même nature que dans l'agoniste sont plus faibles (les expériences sont faites sur le réflexe achilléen). Elles ne peuvent être dues à un réflexe du muscle par allongement et traction sur le tendon, car leur apparition est inférieure au double du temps de latence de l'agoniste (il faut en effet que le temps de latence de l'agoniste soit révolu et que le mouvement d'incursion commence; le temps de latence du réflexe des antagonistes s'y ajouterait alors).

Une onde électrique très intense peut se transmettre par contiguïté, d'un groupe de muscles antérieurs par exemple, à un groupe postérieur, et s'inscrire sur les deux graphiques. On peut cependant reconnaître ces ondes du 2e tracé par leur ressemblance et leur simultanéité avec ceux du premier.

Ce même auteur a vu des sujets normaux, chez qui les ondes électriques du groupe antagoniste étaient plus importantes, c'est-à-dire plus amples et plus fréquentes, que dans le groupe agoniste. Ce fait souligne de la façon la plus nette et la plus indubitable qu'il existe une véritable activité réflexe des antagonistes.

Lévy, en 1921, a réalisé un montage analogue et a pu affirmer l'existence de courants d'action dans le groupe antagoniste, ces courants suivant ceux de l'agoniste avec un retard variant de 1/100e à 5/1.000e de seconde.

En 1922, Golla et Hettwer entreprennent une série d'expériences sur des sujets normaux, en penant comme réflexes le rotulien et l'achilléen. Ils utilisent deux cordes d'Einthoven dont chacune est reliée à un groupe musculaire. Ils déclenchent le réflexe par percussion du tendon rotulien. Leurs tracés montrent des ondes biphasiques dans les muscles postérieurs, l'intervalle qui les

sépare des ondes des muscles antérieurs agonistes est de 7 sigma.

Le tibial antérieur se contracte après percussion du tendon achilléen, et ses ondes se produisent après un retard de 10 sigma.

Là encore les auteurs concluent à l'existence d'un courant propre du muscle et non à celle d'un courant secondaire réflexe. En effet, le temps de latence est inférieur au double des deux temps de latence présumés.

La contraction des antagonistes est, disent-ils, aussi normalement déclenchée au cours d'un réflexe que celle des agonistes.

Toutes ces expériences viennent confirmer l'idée de Déjérine qui avait senti sous le doigt la contraction des antagonistes et avait émis l'hypothèse que le réflexe occasionnait la contraction des deux groupes musculaires.

Nous avons jusqu'à présent considéré le réflexe à l'état isolé, séparé de tout ce qui l'entoure et le conditionne à l'état normal. Or, si nous ne l'envisagions que de cette façon, nous aurions un aspect très imparfait de sa physiologie, et une idée très fausse de ce qu'il est, et de la place qu'il occupe dans le fonctionnement du système nerveux. On l'a trop longtemps considéré comme un phénomène localisé, métamérique, qui s'étageait en hauteurs comme les fibres motrices ou sensitives qui conduisent ses influx. Or, il n'en est rien, et tous les travaux modernes, d'interprétation plus exacte des phénomènes pathologiques, tendent à prouver que tout réflexe, à quelque hauteur qu'il soit, est un phénomène général, en connexion et sous le contrôle de tout le système central, en particulier de celui des centres supérieurs. Si paradoxal que cela paraisse, il est cependant un fait certain, c'est que la percussion d'un tendon rotulien donne un ébranlement jusque dans la zône corticale, et que, indirectement, une lésion d'une partie des centres n'est

pas sans influencer toute la mécanique réflexe. Les faits cliniques sont nombreux et les expériences de section à des étages différents le prouvent.

Munk a montré que chez le chat l'extirpation de la région sigmoïde modifie tous les réflexes, et fait disparaître totalement toute une série d'entre eux, notamment tous ceux qui produisaient un mouvement complexe comme le retrait d'une patte, le grattage, etc. Il ne reste que l'ensemble des réflexes sous-corticaux, les « gemeinreflexe ». Les sections réglées par Sherrington peuvent créer des « constellations » qui consistent à faire disparaître des réflexes, et de ce fait en libérer d'autres, masqués par les premiers, ou tout simplement contrôlés par eux.

Von Monakov a étudié l'apparition et l'agencement des réflexes dans un organisme en croissance, et a pu mettre en évidence que les contractions désordonnées du fœtus sont bientôt remplacées par des réflexes de plus en plus perfectionnés, que l'éducation complète, les réflexes plus complexes qui mettent en jeu plusieurs groupes musculaires apparaissant les derniers. Une destruction des centres moteurs supérieurs fait disparaître les groupements nés en dernier lieu, exalte ceux qui sont les plus inférieurs.

Les exemples d'abolition de réflexes par lésion centrale sont nombreux; une section sous-bulbaire abolit tous les réflexes situés anatomiquement sous la lésion. Il n'est pas besoin d'une lésion aussi grossière : une tumeur du IV^{e} ventricule peut s'accompagner d'abolition de tous les réflexes des membres. Oppenheim, Jonft, Raymond, Van Gehuchten, Van Bogaert, Lereboullet, en apportent de nombreux exemples. D'autres fois, on ne note qu'une abolition des rotuliens, alors que tous les autres réflexes existent. Oppenheim interprète le trouble en invoquant une dégénérescence des cordons posté-

rieurs; or, celle-ci est rarement constatée. D'autres pensent à une compression des cordons par le liquide céphalo-rachidien hypertendu; Lereboullet suppose que le liquide sous forte pression distend les racines postérieures. Montgomery et Luckhardt élèvent artificiellement la pression rachidienne jusqu'à une tension qu'elle n'atteint jamais dans une tumeur de l'encéphale (pression carotidienne) et trouvent l'abolition des réflexes. Cette expérience trop brutale ne peut être comparée à la lésion faite par une tumeur; la pression étant plus forte en bas qu'en haut, la racine la plus atteinte serait la 5^{e} lombaire et la 1re sacrée, donc l'achilléen serait touché en premier lieu, ce qui n'est pas le cas. Nous avons nous-même observé des cas où la tension, mesurée par ponction lombaire, a dépassé 100 cc. au manomètre de Claude, sans modifier les réflexes. Il est bien plus probable que l'abolition soit le résultat de la compression du plancher du IV^{e} ventricule par la tumeur. Nous ne sommes pas à même d'aller plus loin et de dire avec Van Bogaert que c'est l'interruption des voies rubro-spinales et cérébello-spinales qui conditionne l'abolition par la chute du tonus, car nous ne connaissons pas l'influence du tonus sur l'état des réflexes.

Il n'est pas illogique de penser que le tonus et les réflexes dépendent tous deux d'un même mécanisme, ce qui expliquerait qu'une même lésion touche souvent l'un et l'autre. Nous considérons l'abolition des réflexes dans les tumeurs de l'étage postérieur comme un signe de gravité qui indique que le plancher ventriculaire est envahi ou fortement comprimé par la néo-formation.

D'autres faits du même ordre peuvent faire disparaître les réflexes : l'expérience de Trendelenbourg consiste à faire une réfrigération circulaire de la moelle sur un segment cervical. Tous les réflexes des étages situés au-dessous disparaissent; ils reviennent progressivement

à mesure que le segment reprend sa vitalité.

Qu'il nous suffise enfin de mentionner l'effet d'une section de la moelle et la création du « choc spinal » qui est transitoire chez les animaux inférieurs et qui se prolonge très longtemps chez les animaux supérieurs, et chez l'homme. Il est même assez rare de pouvoir observer le stade de surréflectivité chez ce dernier, car les troubles organiques graves, qui font suite à la section, traumatique ou inflammatoire, l'emportent le plus souvent avant qu'il ait pu s'installer.

Les animaux inférieurs au contraire, ne restent que peu de temps en « état de choc » et, on peut, au bout de quelques jours pour certains d'entre eux, ou même dès le lendemain de l'opération, voir les réflexes reparaître et s'exagérer. Mais un examen attentif montre que ce ne sont pas les réflexes qui existent à l'état normal, on a créé un état nouveau, un animal spinal.

Nous pouvons tirer de toutes ces observations expérimentales et cliniques l'enseignement qui consiste à dire que les réflexes ne se localisent pas au segment auquel ils ont l'air d'appartenir anatomiquement, mais que tous les arcs réflexes sont complexes et passent pas les centres supérieurs. Nous ne pouvons percuter un réflexe, si simple fût-il, sans ébranler tout l'axe nerveux, celui-ci réagit en déviant, en modifiant, en transformant la réponse motrice, et chaque centre y imprime son caractère particulier. Cette idée conduit les physiologistes modernes à chercher de quelle nature pourrait être cette influence, et quels moyens nous pouvons trouver pour la mettre en évidence.

Lapicque, dans une série de remarquables travaux, a indiqué une des voies à suivre pour essayer de pénétrer le problème. Il admet qu'il existe dans les centres un mécanisme d'aiguillage; un groupe neuro-musculaire ne fonctionne que si tous les éléments ont une chronaxie

identique ou très voisine. Quand elle s'élève ou s'abaisse dans un des éléments, le passage de l'influx devient de plus en plus difficile. Il admet que le réflexe suit, à travers les centres, les affinités plus ou moins grandes des chronaxies, et se fait difficilement à travers les arcs dont la chronaxie est trop différente (Nous savons que l'influx est arrêté dès que la chronaxie d'un élément est le double de l'autre). Une chronaxie n'est pas un élément fixe mais peut être sujette à de grandes variations, et c'est là qu'il fait intervenir l'influence de mécanismes centraux, en admettant que les centres supérieurs sont à même de modifier la chronaxie des centres inférieurs, et de faciliter ou d'arrêter de la sorte le passage d'un influx, de le guider à travers le dédale des voies latérales qu'il rencontre en parcourant l'axe nerveux. Il a pu montrer qu'il suffit de faire une forte flexion latérale de la tête pour avoir immédiatement une variation des chronaxies de tous les groupes neuro-musculaires de tout un côté du corps.

Magnus et de Kleyn ont montré que les réflexes labyrinthiques et les réflexes de posture du cou peuvent faciliter la production de certains réflexes.

Toutes ces études ne sont qu'ébauchées et nous sommes en pleine hypothèse pour interpréter toute cette partie de la mécanique des réflexes. Les noyaux gris centraux, le système sympathique jouent un rôle certain, et d'eux peut dépendre l'amplitude d'une réponse. Les lésions de la voie pyramidale, dont la mise en évidence a poussé les cliniciens à s'intéresser tout d'abord à l'étude des réflexes, ne peuvent pas nous fournir tous les renseignements nécessaires à la compréhension de leur rôle dans l'arc réflexe. La lésion brusque d'un centre moteur cortical, suivie de dégénérescence de la voie pyramidale, donne un état de choc qui, par certains côtés se rapproche du choc spinal. Il s'accompagne, en effet, d'une abo-

lition première puis d'une exagération des réflexes. Le cortex exerce-t-il une action frénatrice, ou est-il le centre de la mise en action des réflexes comme le pense Munck ? Nous somme là encore en pleine hypothèse, et il n'est pas impossible que l'étude approfondie des chronaxies des centres, et celle des courants d'action corticaux, nous montrent le rôle exact des centres supérieurs en nous apprenant jusqu'à quel point ils interviennent pour modifier les chronaxies des centres médullaires, pour conduire un influx réflexe et l'empêcher de diffuser vers plusieurs neurones à la fois. Une telle étude pourrait nous éclairer sur tout un ensemble de mécanismes réflexes, en particulier sur l'inhibition qui n'est vraisemblablement pas un phénomène actif, mais qui est due à la facilitation momentanée du passage de l'influx vers un groupe de neurones aux dépens du groupe voisin qui préside à la contraction des antagonistes. Si la différence des chronaxies n'est pas suffisante pour arrêter tout influx, ou si la variation qu'elle atteint n'est pas assez durable, une partie de l'onde négative peut apparaître dans les groupes antagonistes, soit immédiatement, soit avec un certain retard.

Chapitre II

RECHERCHES PERSONNELLES (1)

Nous avons nous-mêmes cherché à comparer différentes méthodes d'enregistrement des réflexes tendineux, et avons réalisé plusieurs montages pour bien nous rendre compte des avantages et des défauts de chacun d'eux.

Nous avons fait ainsi un grand nombre d'inscriptions en utilisant, soit un seul muscle, ou un seul groupe musculaire, soit plusieurs muscles ou plusieurs groupes à la fois. Toutes nos recherches ont été faites chez le sujet normal. Après de nombreuses modifications et de multiples perfectionnements apportés aux appareils, nous avons adopté deux montages : l'un à enregistrement sur tambour, l'autre à inscription sur film à l'aide de la corde d'Einthoven.

L'inscription sur tambour, utilisée par de nombreux

(1) Nous ne saurions trop remercier ici notre ami le Docteur André Adnot, chef de laboratoire à la Clinique médicale A, qui ne nous a ménagé, au cours de ce travail, ni son temps, ni ses conseils judicieux, ni ce dévouement inlassable qui caractérise son amitié.

auteurs, a été pendant longtemps la seule employée chez l'homme. Strohl en particulier en donne une description détaillée : il se sert d'un cadre de bois sur lequel repose le membre du sujet, et il enregistre le gonflement du muscle qui se contracte. La déformation est transmise au stylet inscripteur par l'intermédiaire de tambours de Marey.

D'autres ont utilisé une transmission par stylets et leviers; nous reprochons à ce dernier procédé son manque de sensibilité car de petits mouvements peuvent se perdre dans les articulations des branches de levier qui doivent être très souples afin de n'arrêter aucun mouvement, mais dont la laxité absorbe une partie des soulèvements de moyenne amplitude.

Nous avons utilisé une combinaison des deux procédés, en rattachant un tambour de Marey à un levier équilibré à articulation convenable. Un deuxième tambour porte le stylet inscripteur; le cylindre tourne à grande vitesse. Le sujet est assis, la jambe en extension bien soutenue, un anneau rigide, légèrement rembourré, maintient le genou par ses faces latérales. Le temps est inscrit par un diapason dont la double vibration correspond à un centième de seconde; la percussion au marteau ferme un circuit électrique, et actionne un signal inscripteur. Le marteau que nous utilisons est plus lourd que le marteau de Strohl et déclenche, par sa seule chute, une contraction réflexe (Nous mettons le membre inférieur en extension pour mettre les muscles antérieurs et postérieurs dans un état de tension égale).

Nous appliquons un levier (coudé, terminé par une petite boule de liège) sur la partie antérieure et moyenne de la cuisse, et un autre sur les muscles postérieurs. Nous faisons un premier enregistrement en percutant la rotule, puis le tibia, sans chercher à déclancher de réflexes, et uniquement pour nous rendre compte que le membre est

bien fixé, et qu'aucune vibration mécanique n'est transmise par les tambours. Le système est en effet sensible, et un abaissemnet même minime s'inscrirait par les deux leviers.

Nous faisons l'inscription du réflexe après nous être assurés que rien ne s'est inscrit sur ce premier graphique. (Fig. 1).

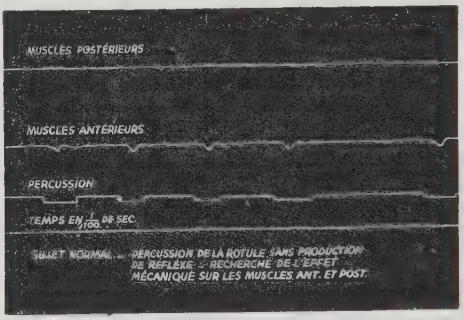

Fig. 1

Les différents graphiques que nous reproduisons montrent une contraction des muscles antérieurs et postérieurs. La contraction des antagonistes se fait en même temps que celle des agonistes (fig. 2) quelquefois elle se produit même avant elle (fig. 3 et 4).

Sur la plupart de nos tracés, le soulèvement des muscles postérieurs ne représente que la moitié ou le quart de celui des antérieurs. Une seule fois nous l'avons trouvé presque égal (fig. 5).

Cette méthode nous met-elle à l'abri des causes d'erreur, et nous permet-elle une interprétation rigoureuse des résultats ? On peut certes affirmer qu'il y a une contraction des antagonistes au cours de la percussion d'un réflexe tendineux, mais les causes d'erreur sont

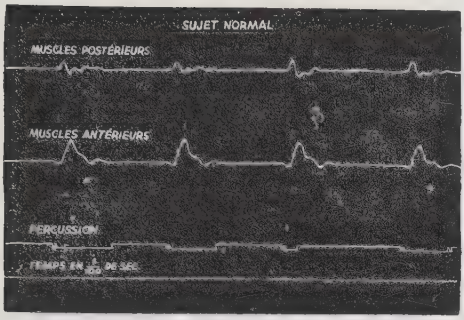

FIG. 2

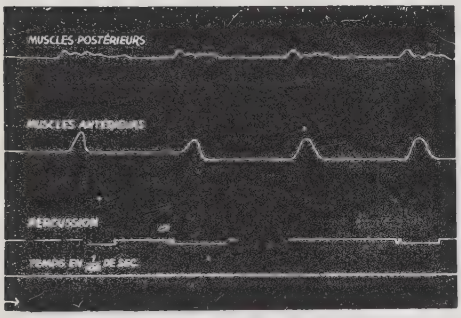

FIG. 3

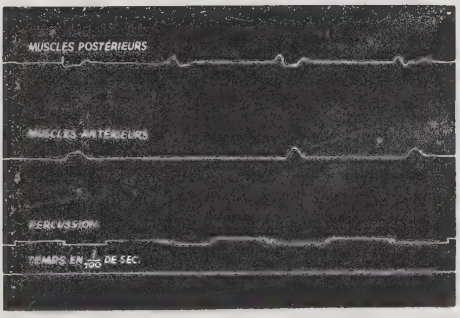

FIG. 4

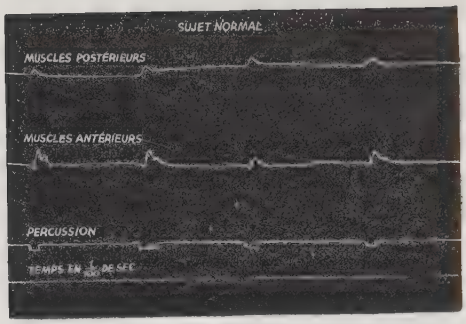

Fig. 5

nombreuses et les inconvénients multiples. Tout d'abord on ne peut faire l'inscription dans de bonnes conditions que sur des sujets maigres et peu musclés. Un sujet entrainé aux sports a des réflexes trop faibles et l'incription demande alors une amplification trop grande; on augmente la force d'inertie des leviers, et on multiplie les erreurs d'inscription. Ces dernières sont en effet inévitables. Si l'inscription d'un groupe musculaire peut se faire dans d'assez bonnes conditions, il n'en est plus de même quand on veut inscrire simultanément les groupes antérieur et postérieur. Il faut en effet pouvoir mettre le sujet en état de relâchement musculaire complet, il faut qu'il sache éviter tout mouvement, tout sursaut et toute contraction volontaire au moment de la percussion.

Il est d'autres causes d'erreur impossible à éviter et qui font que cette méthode ne peut être employée dans une recherche comme celle-ci. Au moment du soulèvement du groupe musculaire antérieur, la peau est attirée vers le haut; quoiqu'on fasse, il y a toujours un ébranlement des muscles postérieurs qui s'inscrit ensuite sur le

tambour. Si, pour l'éviter, on diminue la sensibilité du stylet, ou si on éloigne légèrement le levier releveur du plan de la peau, on obtient ou un tracé amputé ou pas de tracé du tout.

Des graphiques de Strohl portent une dépression indiquant un relachement des muscles postérieurs. Un tel tracé ne peut s'expliquer que par le fait que le membre était fléchi, donc les antagonistes relâchés, et que la peau s'est déprimée, et a été tirée vers le haut lors du soulèvement des agonistes. L'amplification maximale par des stylets placés verticalement a donné ce grand tracé qui donne près d'un centimètre de dépression.

Cette dernière cause d'erreur est à elle seule suffisante pour faire rejeter entièrement cette méthode. Il est certain qu'elle ne permettra jamais d'affirmer qu'il y a relâchement musculaire car un muscle postérieur qui se relâcherait aurait tendance à pendre, et ce phénomène s'inscrirait exactement de la même manière qu'une contraction.

Dans nos expériences ceci ne s'est jamais produit; par le palper on avait l'impression de se rendre parfaitement compte du durcissement du muscle et de la traction exercée sur le tendon et le point d'insertion.

Pour pallier au défaut du montage que nous venons de décrire nous avons employé un procédé d'enregistrement totalement différent. Plusieurs auteurs ont utilisé des procédés analogues, toujours basés sur le même principe; nous avons eu l'occasion de les citer dans l'exposé physiologique. Comme nous l'avons dit plus haut, l'idée qui préside à ces recherches consiste en ce que tout le muscle qui entre en contraction est parcouru par une onde négative, quel que soit le mécanisme déclenchant cette contraction. Nous verrons donc ces ondes, aussi bien au cours d'un mouvement volontaire que d'un mouvement automatique ou d'un mouvement réflexe. On peut même

aller plus loin et dire que sans courant d'action il n'y a pas de mouvement. Nous avons donc là un moyen excellent pour prouver qu'un muscle entre en contraction, ce moyen est d'autant plus précieux que le raccourcissement même de la fibre musculaire est conditionné par l'apparition de l'onde négative. Ceci revient à dire que la démonstration et l'inscription d'un courant d'action équivaut à l'inscription du mouvement lui-même. (Nous montrerons plus loin que les deux phénomènes ne sont pas exactement contemporains. Ceci n'enlève rien à la valeur des enregistrements électriques). La méthode semble simple et parfaite à première vue. Il est cependant une série de précautions à prendre, sur lesquelles nous ne saurions trop insister, car leur omission peut entrainer de grosses erreurs, et il est essentiel d'y veiller afin de n'obtenir que des tracés purs. où ne s'inscrivent que les phénomènes que nous voulons étudier.

Nous avons choisi nos sujets parmi les personnes comprenant parfaitement ce que nous voulions faire et sachant se mettre en relâchement musculaire complet. Dans le cas contraire nous risquions de voir s'inscrire des courants d'action d'origine corticale et motrice, et non pas les seules ondes dûes au réflexe. Il est évident que ces superpositions auraient enlevé toute valeur à nos recherches.

Un second point, non moins important, est celui du mouvement d'extension que le membre fait normalement lors de la percussion du réflexe. Nous savons en effet que tout muscle qui se trouve être brusquement allongé est le siège d'une contraction réflexe qui peut, à elle seule, mettre le muscle en tension, légère il est vrai, mais dont le phénomène électrique n'en est pas moins net, et peut s'inscrire à côté de celui que nous cherchons. Comment prouver d'autre part que dans les antagonistes, par exemple, ce réflexe n'est pas le seul phénomène existant et

que l'impulsion positive que nous cherchons existe bien.

Pour toutes ces raisons, nous avons fait deux séries d'inscriptions : pour l'une, le sujet est assis, bien à l'aise, le dos appuyé, les jambes pendantes; le creux poplité repose sur une barre, la cuisse est libre pour permettre de placer des électrodes. Pour l'autre série, le membre est fixé, le sujet couché en décubitus latéral, la jambe très légèrement fléchie (75° environ); il doit être parfaitement à l'aise afin de pouvoir se décontracter.

Le choix des électrodes n'est pas indifférent; on peut recueillir l'électricité musculaire à la surface de la peau et dans le muscle même. La peau diminue énormément l'intensité des courants et ne permet de recueillir que des ondes fortes, et encore à condition que l'appareil de réception soit sensible. Or, nous verrons plus loin que nous devons chercher à produire surtout des ondes moyennes ou faibles, ce qui rend ces électrodes absolument inutilisables.

Les seules qui soient à retenir sont des électrodes à aiguille enfoncées dans le muscle que l'on expérimente. Nous avons placé deux aiguille, distantes au moins de 3 cm., dans le droit antérieur et dans le biceps, en restant autant que possible dans une direction parallèle à celle des fibres musculaires. Les courants d'action faibles ne sont pas dans tout le muscle à la fois, mais apparaissent dans des groupes de fibres voisines, ils ne se généralisent à toute la masse que lorsqu'ils deviennent très intenses.

Nous avons expérimenté plusieurs sortes d'aiguille. Les électrodes de gros calibre donnent de meilleures images que des électrodes fines; nous n'avons pu les employer que chez quelques sujets peu sensibles. Chez les autres, la douleur que provoque un trocart au moment où le muscle se contracte suffit à créer des mouvements de défense et à fausser l'image. Nous avons employé des aiguilles en argent ou d'un alliage d'argent et de cuivre que les Alle-

mands appellent « Neusilber », et enfin des aiguilles en acier chromé. Les graphiques obtenus avec ces dernières sont un peu moins nets et moins fins que les autres. Il suffit de prendre des aiguilles à injection intraveineuse, ordinaires, et à y adapter un fil conducteur relié aux bornes de la corde. Nous avons inscrit la percussion à l'aide d'un petit signal électrique placé devant la fente de la chambre photographique, et dont les bornes sont reliées au marteau. Celui-ci porte un petit levier tenu par un ressort, qui est projeté par le choc de la percussion. Il ouvre le circuit électrique et le signal marque une encoche sur le film.

Nous avons continuellement surveillé la tension de la corde en la faisant varier pour nos différentes inscriptions; nous avons pu en tirer les renseignements suivants : une corde lâche donne de très grands déplacements, même pour des ondes faibles, mais elle réagit à tous les parasites en particulier au courant alternatif, et chaque déplacement est suivi de grandes oscillations qui sont uniquement dues à son inertie. Une corde très tendue donne une image nette, quoique petite et souvent difficile à voir pour les courants faibles.

La plupart des graphiques que nous donnons ici ont été obtenus avec la corde tendue, quelques-uns avec une corde tendue au maximum, jusqu'à la limite de sa résistance à la rupture. Nous avons utilisé des tensions donnant pour 2 millivolts des déplacements variant entre 15 mm. (corde lâche) et 5 mm. (corde tendue). Nous avons indiqué en face de chaque enregistrement la tension utilisée (fig. 6 à 13). Les meilleures images ont été obtenues avec une corde tendue à 7 mm. pour 2 millivolts.

La plupart des auteurs qui ont fait des enregistrements ont eu à leur disposition deux appareils, soit deux cordes, soit mieux encore deux appareils à lampes. Gasser

et New-Corner emploient des amplificateurs avec lampes à 3 électrodes. Plus récemment Gasser et Erlanger ont montré des graphiques obtenus avec l'oscillographe cathodique, l'appareil le plus perfectionné qui existe actuellement. Ils ont ainsi pu recueillir en même temps les ondes des muscles agonistes et celles des antagonistes, et comparer différents muscles ou portions de muscles entre eux. Nous n'avons malheureusement pas été aussi favorisés, et avons dû enregistrer alternativement les courants d'un muscle, puis d'un autre, en nous repérant sur le signal de percussion, et en essayant ensuite de faire des superpositions d'images.

Il va sans dire que ce procédé est très imparfait. Nous préférons reproduire les graphiques tels qu'ils ont été obtenus. Nous avons cherché le retard apporté par l'appareil entre l'instant où le signal inscrit une percussion, et celui où se déplace la corde. Le levier et le ressort qui, sur le marteau, rompent le circuit électrique du signal, ont une inertie qui n'est pas négligeable. Pour la mesurer, nous avons percuté le taquet de mise en tension de la corde; le graphique ainsi obtenu montre un retard du signal qui est voisin de 1/200e de seconde, donc très appréciable pour les mesures fines que nous faisons.

La figure 6 donne un exemple de graphique pour lequel ont été utilisés de grosses électrodes; il s'y est enregistré, à la suite du courant diphasique du réflexe, une deuxième onde, due à une secousse défensive du sujet sous l'effet de la douleur.

Les figures suivantes sont des enregistrements de courants recueillis par électrodes fines dans le droit antérieur de la cuisse.

Figure 7. La jambe est libre. Corde tendue 5 millivolts = 6 mm., percussion faible du tendon rotulien (Le marteau employé ici est très léger, et une percussion forte équivaut à une percussion moyenne avec un marteau

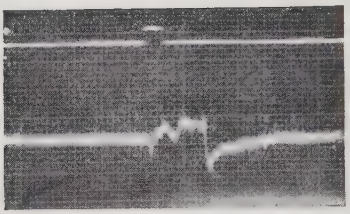

Fig. 6. — Muscles antérieurs. Membre fixé. Corde lâche : 5 mmv = 15 mm. Percussion moyenne (Electrodes en argent).

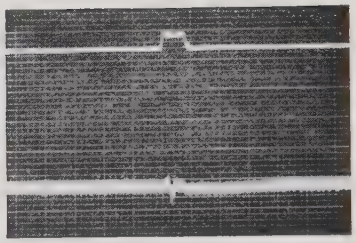

Fig. 7. — Muscles antérieurs. Membre relâché. Corde tendue : 5 mmv = 6 mm. Percussion faible.

lourd ordinaire). Le courant obtenu est biphasique, et son retard est de 1/100e de seconde environ.

La figure 8 a été obtenue dans les mêmes conditions, mais la percussion a été renforcée. Le temps de latence est notablement raccourci, il est de l'ordre de 2-3/1.000e de seconde. Les graphiques suivants sont pris sur un sujet en décubitus latéral, le membre étant fixé, et ne pouvant faire aucun mouvement d'extension. La corde est peu tendue (2 millivolts = 15 mm.). Une percussion forte faite dans ces conditions donne une grande onde biphasique suivie de plusieurs oscillations passives *(fig. 9)*.

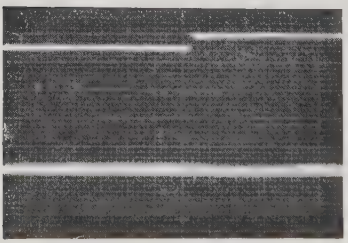

Fig. 8. — Membre relâché. Muscles antérieurs. Corde : 5 mmv = 6 mm. Percussion forte.

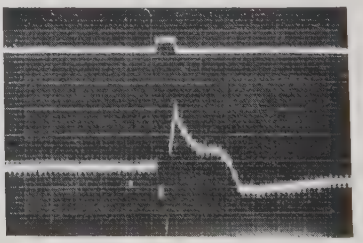

Fig. 9. — Muscles antérieurs. Membre fixé. Corde : 2 mmv = 15 mm. Percussion forte.

Une percussion faible avec une même tension de corde, donne une onde beaucoup moins haute naissant plus tard que celle qui est déclenchée par la percussion forte *(fig. 10)*.

Les courants d'action que nous avons recueillis dans les muscles postérieurs sont beaucoup plus faibles, surtout lorsque le membre est fixé. Si nous tendons fortement la corde, et que nous percutions faiblement le réflexe rotulien, nous ne voyons aucun déplacement s'enregistrer sur le film.

La figure 11 montre un graphique pris sur les muscles postérieurs; le membre est libre et peut faire son mouvement d'extension. La percussion est de moyenne intensité, la corde est très tendue, on voit alors à l'endroit marqué d'une flèche une petite onde biphasique de même nature que celle que nous avons vue sur les muscles antérieurs, et qui apparait après un temps de latence égal à 3/100^{e} de seconde (après la percussion), au moment même où le membre commence son mouvement d'extension *(fig. 11)*.

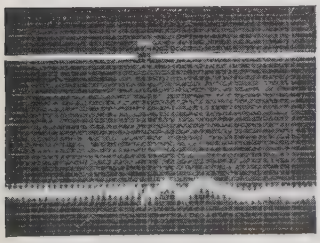

Fig. 10. — Muscles antérieurs Membre fixé. Corde : 2 mmv = 15 mm. Percussion faible.

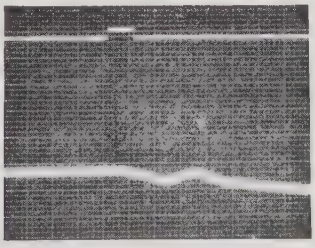

Fig. 11. — Membre relâché. Muscles postérieurs. Percussion forte.

Plusieurs auteurs ont obtenu des ondes dans les muscles postérieurs, en particulier Golla et Hettwer et Lévy, que nous avons déjà cités plus haut; ils ont trouvé

des temps de latence beaucoup plus courts, la force de percussion était très supérieure à la nôtre, puisque Golla et Hettwer employaient des poids allant jusqu'à un kilo. Ils n'ont pas essayé de comparer les résultats obtenus; selon que la jambe est libre ou fixée dans le premier cas, lors de l'excursion de la jambe, le muscle subit un allongement brusque. C'est dans ce but que nous avons fixé le membre. Par ce procédé, nous éliminons tout courant d'action qui aurait pu naître par suite d'un réflexe d'allongement.

Nos graphiques pris dans ces conditions montrent l'existence d'un courant d'action. Celui-ci est faible et n'atteint jamais l'intensité de l'onde des muscles antérieurs, et apparaît avec un très grand retard, plus tardivement que lorsque la jambe est libre.

La fig. 12 le montre bien. Le retard est en effet de 1/10^{e} de seconde sur la percussion du tendon (tension de la corde : 5 millivolts = 10 mm.).

La fig. 13 donne l'image d'une onde après percussion faible.

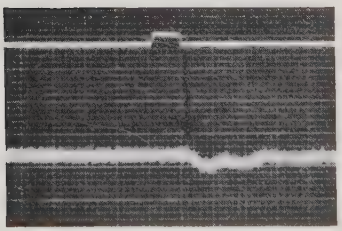

Fig. 12. — Muscles postérieurs. Membre fixé. Percussion moyenne.

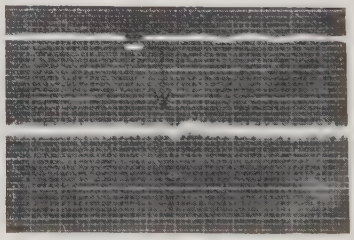

Fig. 13. — Muscles postérieurs. Membre fixé. Percussion faible.

Les graphiques sont assez démonstratifs pour que nous puissions affirmer l'existence de courants d'action

dans les muscles postérieurs, par percussion du tendon rotulien. Ces courants ne sont pas dûs à l'allongement du muscle, puisque l'articulation ne peut pas jouer, et ne sont pas des courants propagés par contiguité, à partir des muscles antérieurs, comme cela peut se produire avec des ondes très fortes.

Nous avons employé pour éviter une telle propagation, une corde tendue et des percussions faibles, faites à l'aide d'un marteau très léger, et à petite surface de frappe. La diffusion de l'onde se fait très vite, et l'onde parasite apparaitrait dans le muscle postérieur après un temps au plus égal au double du temps de latence des muscles antérieurs, de l'ordre du centième de seconde au maximum .Nous avons réuni toutes ces conditions et croyons être à même d'affirmer l'authenticité de ces ondes négatives.

Cette méthode d'enregistrement du réflexe, à l'aide des courants d'action, aurait pu donner des résultats bien plus intéressants, et certainement plus précis, si les enregistrements avaient pu être faits avec des appareils plus sensibles, et sur les deux groupes musculaires à la fois. Nous reprendrons et multiplierons ces expériences dès que nous aurons pu obtenir, soit de nouveaux appareils à corde, soit des appareils à lampes. Nous pourrons alors comparer les courants obtenus par une même percussion, dans des conditions identiques. Nos graphiques par contre sont pris avec des tensions différentes, car une corde ne reste bien réglée que quelques minutes, avec des percussions différentes, et sur des muscles qui sont dans des états de tonicité, de laxité et de réactivité très différents d'un examen à l'autre. Il est difficile de faire plusieurs examens de suite sur un même sujet, car la fatigue, l'immobilité, l'empêchent au bout de quelque temps de rester en état de décontraction complète. Un enregistrement fait avec des appareils à lampes est exé-

cuté en quelques instants, ces appareils étant faciles à manier et se trouvant toujours réglés.

Ce qui est bien établi cependant, et nos graphiques malgré leurs imperfections le démontrent nettement, c'est qu'il existe des courants d'action dans les groupes musculaires antagonistes. Ces courants sont beaucoup plus faibles et apparaissent bien plus tard que dans les groupes agonistes. Les temps de latence que nous avons indiqués sont tous plus courts que ceux notés par Sherrington, et correspondent à ceux que les auteurs modernes ont obtenu à l'aide de courants d'action. Ceci tient au fait que l'onde électrique précède le phénomène mécanique. Sa vitesse de propagation est de 5 m. à la seconde, et toute la durée de son passage de 1/100e de seconde environ. Comme elle conditionne le phénomène mécanique, il est compréhensible que celui-ci ne se fait qu'avec un certain retard par rapport au début de l'onde électrique. La variation négative occupe à peu près le temps de latence de la contraction mécanique.

Chapitre III

CONCEPTION ACTUELLE DE LA PHYSIOLOGIE NORMALE DES RÉFLEXES TENDINEUX

Le réflexe présente une série de caractères qui lui sont propres et qui le définissent nettement. Le temps de latence peut varier avec la force du stimulus qui le déclenche (une excitation forte le réduit), il peut passer de 1/100e à 2/1.000e de seconde, toutes les autres conditions étant égales.

Des excitations faibles ne produisent aucun réflexe, sauf si elles sont répétées dans un rythme convenable. Elles s'ajoutent alors et somment le passage. La sommation est un des caractères les plus nettement distinctifs du réflexe. La nature de l'excitation est loin d'être indifférente ; certains réflexes ne se déclenchent que par des excitations bien définies, certains par percussion, d'autres par excitation cutanée, d'autres par pression, etc. A chaque réflexe correspond une zône réflexogène, c'est-à-dire une surface à l'intérieur de laquelle le réflexe peut être produit.

Le phénomène réflexe présente une phase réfractaire totale, et une phase relative. Des stimuli très forts tombant dans cette dernière peuvent la réduire. Par ce caractère, le réflexe s'apparente à la contraction cardiaque et suit les mêmes règles physiologiques que celle-ci.

Dans l'ensemble, les réflexes dits « simples » peuvent être rangés en deux classes : les réflexes à voie courte (Eigenréflex des auteurs allemands) et les réflexes à voix longue (Fremdereflex). Les réflexes tendineux appartiennent à la première, et les cutanés à la deuxième catégorie.

Les réflexes à voie longue ont plus d'intérêt clinique car ils sont plus fragiles et sont plus précocement abolis dans une lésion des centres. Un très bon exemple est donné par le réflexe rétromalléolaire, qui est toujours aboli avant le réflexe achilléen au cours d'une lésion en évolution.

Un réflexe, provoqué par des excitations répétées, se fatigue et bientôt ne se produit plus. Les cutanés s'arrêtent bien plus précocement que les réflexes proprioceptifs. Cette fatigue est due au besoin de nutrition du centre; un épuisement des réflexes peut donc être un excellent renseignement pour juger de la valeur physiologique et de la souffrance d'un centre.

L'inhibition a été étudiée sur des singes décérébrés, donc en état de rigidité en extension. Il va de soi que toutes les conclusions qu'on peut tirer de ces expériences ne peuvent être généralisées, et en particulier ne peuvent l'être à l'homme normal, comme on a eu tendance à le faire malgré les protestations de Sherrington lui-même. Faire une section des centres supérieurs n'est pas un fait négligeable permettant de mettre en valeur un phénomène, c'est créer un état entièrement nouveau; l'animal ainsi préparé présente en effet des réflexes qui ont une physiologie nouvelle.

Les cliniciens ont vu depuis longtemps que les antagonistes peuvent se contracter en même temps que les agonistes, même chez des personnes qui n'ont pas d'affection du système nerveux.

La recherche des réflexes par l'enregistrement des courants d'action a permis de voir les ondes apparaître dans les groupes antagonistes, plus faibles il est vrai, et avec un léger retard sur celles des agonistes, mais do l'existence ne peut être contestée. Il peut être démontré facilement que ces variations négatives ne sont pas nées dans le muscle, mais viennent du centre, au même titre que les ondes des groupes agonistes. Les enregistrements que nous avons faits montrent tous une onde dans les antagonistes chez des sujets à réflectivité moyenne, et sans lésion des centres.

La comparaison des méthodes que nous avons faite montre que l'enregistrement des myogrammes peut avoir un intérêt pour l'étude d'un muscle pris isolément, mais qu'elle perd toute valeur lorsqu'on veut examiner plusieurs muscles à la fois. Elle est sujette à des causes d'erreur grossière dans l'enregistrement simultané des agonistes et antagonistes d'un même segment de membre.

Le tracé des électromyogrammes est très supérieur; pris dans de bonnes conditions, sur des sujets qui savent éviter toute contraction volontaire, il peut fournir des renseignements de grande valeur. Cette méthode demande un bon appareil à corde, ou mieux encore un appareil à lampe triode ou un oscillographe cathodique. Pour faire l'enregistrement simultané de deux groupes de muscles, il faut deux appareils.

Les électrodes à aiguille sont les meilleures parce qu'elles permettent d'avoir des courants mieux isolés et non affaiblis par la peau, celle-ci offrant une grande résistance.

Un réflexe répond à des excitations répétées par un rythme qui lui est propre et qui ne peut être modifié, quel que soit le nombre des stimuli. Une irritation périphérique donne un nombre d'ondes négatives bien définies qui vont au centre. Celui-ci répond par des ondes qui ont un nouveau rythme, toujours le même, les successions d'excitations motrices sont elles-mêmes cadencées suivant un régime fixe pour chaque centre. Le réflexe fait donc partie de cet ensemble de phénomènes centraux, et se manifeste comme eux : c'est donc une partie intégrante de la physiologie des centres, et non un assemblage d'éléments périphériques.

Il a des propriétés qui lui sont propres, nous les avons passées en revue; il est un des éléments de la physiologie des centres nerveux. Nous sommes très loin de la conception première qui faisait du réflexe un élément périphérique rattaché à un centre. Le centre n'est pas uniquement conducteur comme on le pensait, mais ordonnateur. Un réflexe ne reste jamais localisé au segment où le conduit la fibre sensitive et d'où part le neurone moteur.

Toute excitation appliquée dans une zône réflexogène a une répercussion sur les centres supérieurs. Il est prouvé que toute une série de réflexes ne peut se faire que si le cortex est intact, et il s'agit là de réflexes où la conscience ne joue aucun rôle. Quand la séméiologie nerveuse se sera enrichie de la connaissance de tels réflexes étagés dans les centres supérieurs, nous pourrons localiser une lésion par l'absence d'un groupe d'entre eux, ou par l'apparition de réflexes nouveaux, ou paraissant nouveaux, parce que modifiés.

Une étude de réflexes ne devrait plus chercher à analyser, à disséquer le phénomène comme on le fait généralement. L'action que toute une série de centres supérieurs a sur les caractères des réflexes, est loin d'être

négligeable, et si nous séparons le réflexe de tout ce qui lui donne son caractère propre, nous sortons du vrai, et nous créons des phénomènes nouveaux qu'il est impossible de replacer dans l'ensemble de la physiologie nerveuse.

Les physiologistes modernes cherchent de plus en plus à saisir le phénomène dans son ensemble, mais la tâche n'est pas facile, et l'étude de la question en est encore à ses débuts. Il s'agira de voir les modifications exactes que crée le passage d'une excitation réflexe dans un centre. Lapicque nous a montré ce que pouvait être une telle étude; il émet l'hypothèse que l'agencement et l'aiguillage des voies réflexes se font grâce à des affinités de chronaxie qui guident l'influx moteur, ces chronaxies pouvant elles-mêmes changer très rapidement et ouvrir une voie nouvelle.

L'enregistrement du courant d'action du cortex, que beaucoup d'auteurs ont entrepris, promet de nous fournir de précieux renseignements. Grâce à une meilleure compréhension de la physiologie pathologique, et à une reproduction des troubles qu'on peut observer, nous saurons préciser et compléter les lois de la Physiologie des réflexes.

Dès à présent, nous pouvons affirmer que l'arc réflexe est un schéma auquel rien ne correspond dans les faits; il n'y a pas de réflexes simples.

CONCLUSIONS

Pour faire une étude des réflexes tendineux ayant une valeur physiologique réelle, il faut les observer à l'état normal, c'est-à-dire quand ils sont sous l'influence des centres médullaires et encéphaliques, ceux-ci leur donnant une forme et des caractères particuliers.

A. 1) L'arc réflexe simple, conception schématique, n'existe pas sur le vivant et ne peut être réalisé que par un artifice de préparation;

2) Le temps de latence du R. T. est variable;

3) La période réfractaire comporte une période absolue et une période relative. Cette dernière est raccourcie par les excitations fortes;

4) La sommation est d'autant plus importante que la chronaxie du tissu est plus élevée;

5) La fatigue apparaît plus vite pour certains réflexes et renseigne sur l'état de nutrition du centre;

6) Agissant à l'intérieur d'une zône réflexogène donnée, des stimuli différents ont des réponses réflexes différentes;

7) Toute excitation réflexe se fait suivant un rythme propre, indépendant du nombre des excitations;

8) L'inhibition, étudiée classiquement chez l'animal décérébré, a une forme différente chez le sujet normal. Il ne s'agit plus alors d'un arrêt de la contraction des antagonistes, mais d'un simple retard de celle-ci.

Après percussion d'un tendon, l'excitation des antagonistes se fait au même titre que celle des agonistes.

B. *Des graphiques personnels* montrent :

a) que la meilleure technique actuelle d'examen des groupes agonistes et antagonistes est l'enregistrement des courants d'action;

b) qu'il y a normalement des ondes négatives dans les muscles antagonistes après percussion d'un réflexe;

c) que le temps de latence est variable;

d) qu'il n'y a pas d'inhibition au sens classique du mot.

Vu, le Président de thèse :
J.-A. BARRÉ

Vu, le Doyen :
A. FORSTER

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Strasbourg,
Président du Conseil de l'Université,
J. DRESCH

BIBLIOGRAPHIE

Adrian. — Activité électrique du cerveau humain (Presse Méd, n° 7, 22-1-1936, p. 129).

Adrian et Mattews. — (Brain, 1934, 57, p. 355).

Adrian et Gamagiva. — (Brain, 1935, 58, p. 523).

Adrian. — The « all or none » principle in nerve (Journ. of Physiol., XLVII, 1914, p. 460-474).

Altenburger. — Ataxie Problème (Tag. der Gesellschaft deutscher Nervenärtzte. Wien 1927).

Babinski. — Réflexes tendineux et réflexes osseux (Extrait du Bull. Méd. 19, 26-10-1912, 6-23-11-1912).

Barré. — Le réflexe rétro-malléolaire (Presse Méd. n° 7, p. 57, 1919).

Bayliss. — Principle of general Physiologie (Sougmans and Green, 1924).

Boehme. — Coordination der ago- und antonisten beim Menschen (Dtsche Arch. für Klin. Médiz. 1916, p. 129).

Beritroff. — Ueber die Erregungsrythmik der Skelettmuskeln bei der reflektorischen Inervation (Ztschrift für Biologie, 64, 1914, p. 161).

— Die zentral reciproke Hemmung auf Grund der elektrischen Erscheinungen am Muskel (Zeitschrift für Biologie, 64, 175-289-301, 1914).

Berger (H.). — (Archives für Psychiatrie, 1929, 87, p. 517).
(Zeitschrift für Psychologie, 1934, p. 132).
(Archiv. für Psychiatrie, 102, p. 538).

Bethe et Kast. — Synerg. u. reciproke Innervation antag. Muskels nach Versuchen am Menschen (Pfluger Arch. 194, 77, 1922).

Bogaert (Van), Bruten et Martin. — Abolition des réflexes tendineux par tumeur intra-bulbaire, Réapparition de ces réflexes après intervention (Journ. de Neurol. et de Psych., Mai 1930, p. 268).

Bourguignon. — Signification physiologique des réflexes tendineux (58e Congrès de l'Ass. Franç. pour l'avanc. des Sciences, Rabat, 1934, p. 28-31).

— La chronaxie chez l'homme (Masson, 1923).

Broca et Richet. — Période réfractaire dans les centres nerveux (C. rendus de l'Ac. des Sciences, 124, 96, 573, 697, 1897).

Brucke. — Zur Theorie der intracentralen Hemmungen (Zeitschrift f. Biologie, 70-395, 1919).

Cardot et Laugier. — Nerfs et réflexes (Traité de Physiol. Roger et Binet. T. 9. p. 119).

Catex. — Contribution à l'étude graphique du réflexe rotulien chez l'homme (Journal de Physiol. et de Path. gén. T. 29. n° 2. juin 1931, p. 242-255).

Chambard. — Action des divers étages de centres encéphaliques sur l'excitabilité du réflexe médullaire chez les Sélaciens (Soc. de Biol. séance du 2-2-1935, n° 5, tome 118, p. 429, 1935).

Cooper et Brown. — Réponses to rythmical stimulations of the cerebral cortex. (Proc. Royal Soc. Biol. 100, 251. 1937).

Du Bois Raymond. — Ueber das angebliche Gesetz der reciproke Innervation Antagonistischen Musklen. (Arch. f. Physiol. 1932. Suppl. 27).

Förster. — Die Physiologie und Pathologie der Coordination. (Iéna, 1902).

Förster. — Mitbewegungen. (Fischer 1903).

Frank et Pitres. — Recherches expérimentales et critiques sur l'excitabilité des hémisphères cérébraux (Arch. de Physiol. 1885. t. VII, p. 149).

Froehlich. — Der Mechanismus nervösen Hemmungsvorgänge. (Médic. Naturw. Archiv. 1-239, 1907).

Froehlich. — Beiträge sur Analyse der Reflexfunktion des Rückenmarks mit bes. Berücksichtigung von Tonus, Bahnug und Hemmung. (Zeitschrift f. allg. Physiol. 9-55, 1909).

Gehuchten (van). — Deux cas de tumeur du cervelet avec abolition des réflexes tendineux. (Journ. de Neur. et Psych. T. 30, n° 2, p. 81, février 1925).

Gehuchten (van). — Un cas de tumeur cérébrale avec abolition des réflexes tendineux (Le Névraxe. Vol. 9, fasc. 1).

Gialluni (*F*). — Contributio clinico ed anatomico alla studio dei tumori del IV^e^ Ventriculo. (Revista Sperimentale di Freniatria. T. 24. fasc. 1 et 2, p. 87-413, 1898).

Goldstein. — Zur Théorie der Funktion des Nervensystems. (Arch. f. Phisiol. 74-370. 1925).

Golla et Hettwer. — The influence of various conditions on the time relation of tendon reflexes in the human subject (Proc. of Roy. Soc. ser. B. 1922, p. 92.

Grahman Brown. — Die Reflexfunktionen des Zentralnervensystems (Ergebnisse der Physiologie 13, p. 279, 1913, et 15, p. 480, 1916).

Guillain et Laroche. — Physiologie de la moelle épinière. (Dict. Richet, t. 10. p. 810-1012, 1928).

Guillain et Barré. — Le réflexe médio-plantaire (Bull. de la Soc méd. des Hôp. Paris 20. IV. 1916 p. 516, Revue Neur. 1916 I et II. p. 405).

Guillain, Barré et Strohl. — Sur un syndrôme de radiculonévrite avec hyperalbuminose du L. C. R. sans réaction cellulaire. Remarques sur les caractères cliniques et graphiques des réflexes tendineux. (Bulletins de la Société Médicale des Hôp. de Paris, séance du 13 octobre 1926).

Haas. — Untersuchungen über objektive und subjektive Ermüdung mit Hilfe der Aktionsströme. (Pflüger Arch. 218, 1927. p. 386).

Hering. — Beiträge zur Frage der gleichzeitigen Tätigkeit Antagonist; Wirkender Muskeln. (Zeitschrift f. Heilkunde 16, 129, 1895).

Horsly et Schaefer. — Exp. on the charact. of the muscle contr. which are evoked by excitation of the var. parts of the motor tracts. (Journ. of Physiol. 7-96, 1886).

Hoffmann (*P*). — Untersuchungèn über die Eigenreflex. (Berlin, 1922).

— Ueber die Innervation der Reflextorisch ausgelosten Contractionen. (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1910, p. 233).

Joseph (M.). — Ueber Geschwülste des IV Ventrikels (Zeitsch. f. Klin. Médic. T. 16, p. 349, 1889).

Jolly. — The action current accompanying reflexe activity of muscle (Transact. Of the Roy. Soc. of. South Africa, 11-221, 1924).

Kato (J). — The Theory of decrementless conduction in narcotised region of nerves. (Tokio, 1924).

Kayser. — Conférences de Physiologie Médicale sur les réflexes. (Strasbourg, 1932).

Lapicque (L.). — Excitabilité en fonction du temps. La chronaxie, sa signification, sa mesure. (Les Problèmes biol. Presse Univ. 1926).

— Excitabilité en fonction du temps (Presse Univers. de France, Paris, 1926).

Langelaan. — Le tonus musculaire et les réflexes tendineux (Enc. 20-629, 1925).

Lereboullet (J.). — Les tumeurs du IV^e^ Ventricule. (Paris, Thèse 1932).

Lennox (W.). — Abstracts of the 2d. internat. Neurol. Congress, London 3.

Leyton et Sherrington. — cit. d'après H. Pick (Ber. a. d. ges. Physiol. 11-415, 1922).

Lewy (F.). — Tonusproblem in der Neurologie. (Zeitschrift f. die Neur. u. Psych. 58, 261, 1921).

— Tonus und Bewegung (Berlin, 1923).

Liddel and Sherrington. — A comparison between cert. features of the spinal flex. refle. and of the decerebr. reflex respectivily. (Proc. of. Royal Soc. Biol. 95-289,1923).

— Reflex in response to stretch. (id. 96-212, 1924).

— Recrutment or some other features of reflex inhibition (id. 97-488, 1925).

Lucas et Adrian. — La conduction de l'influx nerveux (Trad. Gauthier-Villars, 1920).

Magnus et V. Kleyn. — La dépendance du tonus des muscles des membres de la position de la tête. (Arch. de Physiol. 145, 1912, et 159, 1914).

Mendelssohn (M.). — Sur la période réfractaire des réflexes tendineux et cutanés chez l'homme. (Journ. de Physiol. et de Pathol. Gén. T. 25, n° 2, p. 123-340, juin 1927).

Minkowski. — Etat actuel de la question des réflexes tendineux. (Trad. (Masson) 1927).

Oppenheim. — Die Geschwülste des Gehirns. (1896).

Pieron. — Recherches sur les Réflexes. Ambiguité de certains signes cliniques. Recherches des jumeaux, réflexe médio-plantaire. (Compte-rend. de Soc. de Biol. 3 mars 1927).

Piper. — Die Aktionsströme menschlicher Musklen (Zeit f. Biol. Techn. Methoden 3-52, 1913).

Portes et Hart. — Reflex contraction of an all or none character in the spinal ext. (Amer. Journ. of Physiol. 66-391, 1923).

Raymond. — Tumeur cérébrale avec abolition des réflexes tendineux. (Arch. de Neurol. Janvier 1904).

Rehm. — Elektrophysiologisch-krankhaft veränderte Muskeln. (Dtsche Zeit. f. Chirurgie, 162, p. 155, 1921).

Rivière. —Sur le rythme des oscillations électriques du muscle dans la contraction réflexe et volontaire chez la grenouille. (Journ. de Physiol. et de Pathol. Gén. 8-610, 1900).

Russetzki. — Arch. f. Psychiatrie u. Nerven Krankheiten 86. 1. 1928, p. 37 et 57.

Schaeffer. — Ueber Sehen reflex und die methoden ihrer Latenzbestimmung. (Zeit. f. die ges. Ner. u. Psych. 74, 605, 1922).

Sherrington. — Remarks on some aspects of reflex inhibition. (Proc. roy. Soc. B. 97-519, 1927).

— The integrative action of the nervous system. (Scrib. New-York, 1906).

— Ueber das Zusammenwirken der Ruckenmarksreflex und das princip der letzten Gemeinsamen Strecke. (Erg. der Physiol. 4-797, 1904).

— On plastic tonus and proprioceptiv reflexes (Quart. Journ. of exper. Physiol. 2-109, 1909).

— Remarks of some aspects of reflex inhibition. Proc. roy. Soc. Biol. 97-519, 1925).

Strohl (A.). — Etude de quelques reflexes tendineux. (Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des Hôp. de Paris, séance du 13-10-1916, p. 1452).

— Etude graphique de quelques réflexes tendineux (Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des Hôp. de Paris, oct. 1916).

Wachholder u. Altenburger. — Ueber die Wechselbeziehungen zwischen den Sehnenreflexen und der antagonistischen Innervation unserer Muskeln (Arch. f. Physiol. « Pflüger », 203, 620, 1924).

Wachholder. — Willkurliche Haltung und Bewegun insb. im Lichte elektrophysiologischer Untersuchungen. (Erg. der Physiol. T. 26, 1927, p. 568).

— Beobachtungen über die Aktionsströme in der Narkosstarre. Ein Beitrag zum Tonusproblem (Archiv. f. ges. Physiol. Pflüger, 1924, 204, p. 166).

— Untersuchungen über die Innervation und Coordination der Bewegungen mit Hilfe der Aktionsströme.

a) die Aktionsströme menschlicher Muskeln bei villkürlicher Innervation

b) die Coordination der Agonisten und Antagonisten bei der menschlichen Bewegung. (Archiv. f. Physiol. Pflüger V

199, 1923, p. 595; T. 199, 1925, p. 625; T. 221, 1928, p. 66).

— Ueber rythmische altern. Reflexbewegungen (Zeitschr. f. allg. Physiol. 20, 161, 1923).

— Untersuchungen unv. die Coordination der Agonisten und Antagonisten bei menschlichen Bewegungen.

— Exper. Untersuchungen zur Entstehung f. Fussklonus (Dtsche Zeitsch. f. Nervenheilkunde, 84, 117, 1924).

— Beiträge unv. über die Genese der Antagonistentätigkeit (Pflüger Archiv. 215, 622, 1927).

Weizsaeker. — Neue Forschungen über Reflex (Klin. Wochenschrift 1, 1922, p. 2217).

— Ueber Willkurbewegungen und Reflex bei Erkrankungen der Zentralnervensystems. (Dtsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde 70, p. 115, 1921).